

Carlos Pablos Abella,
Professor de Teoria i Pràctica de
l'Entrenament Esportiu.
INEF-València.

L'ENTRENAMENT DE FORÇA EN ADOLESCENTS. UTILITZACIÓ DE LA RATIO TESTOSTERONA/CORTISOL PER A LA VALORACIÓ DELS SEUS EFECTES

Abstract

Paraules clau: força, ratio testosterone/cortisol, adolescents, hormones, entrenament.

There are various studies that have demonstrated the importance of the Testosterone (T), the Cortisol (C) and its ratio (FTCR) to determine the grade of adaptation to training (Adlercreutz et al., 1986; Lutoslawska et al., 1991; Vervoorn et al., 1991; Rich et al., 1992; Vervoom et al., 1992; Guglielmini et al., 1992; López et al., 1993; Marinelli et al., 1994). To diagnose overtraining in an athlete though the ratio testosterone/cortisol (FTCR), the absolute criteria (Harkonen et al., 1984; is used, that is when the value of the FTCR is less than 0.35×10^{-3} , taking into account that the T is measured in nmol/l and the C in $\mu\text{mol/l}$. Equally the relative Criteria (lessening of the initial level by 30% or more) is fixed as an indication of the valoration in the lack of recovery time, always that it does not reach the absolute criteria. Based on these figures we have carried strength training with adolescents ($n=7$) twice a week for 18 weeks (two periods of 7 and 8 works respectively separated by a 3 week rest period that we compared with another group ($n=9$) that pursued a normal life, during the same period. The strength training produced drops in FTCR, without causing overtraining, as we could deduce from the fact that no subject reached Absolute Criteria. To sum up, the application in adolescents of strength work in circuit, is effective when applied in 7 or 8 week periods with an intermediate rest period of 3 weeks, remembering to modify in the second period the intensity of the exercises, to avoid boredom.

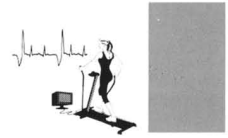
Resum

Els programes d'entrenament produeixen canvis corporals que afavoriran les respostes adaptables als diferents tipus d'esforços que es requereixen en les activitats esportives (Viru, 1992).

Són molts els estudis que han demostrat la importància de la Testosterona

(T), el Cortisol (C) i la seva ratio (FTCR) per determinar el grau d'adaptació a l'entrenament (Adlercreutz et al. 1986; Lutoslawska et al. 1991; Vervoorn et al. 1991; Rich et al. 1992; Vervoom et al. 1992; Guglielmini et al. 1992; López et al. 1993; Martinelli et al. 1994).

Per diagnosticar el sobreentrenament en un esportista a través de la ratio



testosterona/cortisol (FTCR), es va utilitzar el *criteri absolut* (Harkonen et al. 1984; Adlercreutz et al. 1986), que és quan el valor de la FTCR és menor que $0,35 \times 10^{-3}$, si tenim en compte que la T es mesura en nmol/l i el C en $\mu\text{mol/l}$. Igualment es va fixar el *criteri relatiu* (disminució del nivell inicial en un 30% o més) com a índex de valoració de la falta de temps de recuperació, sempre que no assoleixi el criteri absolut.

D'acord amb aquestes dades, hem realitzat un entrenament de força amb adolescents ($n=7$) dues vegades per setmana durant 18 setmanes (dos períodes de 7 i 8 setmanes respectivament separats entre si per un descans de 3 setmanes) que comparem amb un altre grup ($n=9$) que va tenir una vida normal durant el mateix període.

L'entrenament de força produeix descensos de la FTCR sense arribar a produir sobreentrenament, tal i com podem deduir, ja que cap subjecte assoleix el criteri absolut.

En conclusió, l'aplicació en adolescents d'un treball de força en circuit és efectiu aplicar-lo en períodes de 7 o 8 setmanes amb un període de descans intermedi de 3 setmanes per evitar el sobreentrenament, sempre que es modifiqui en el segon període el tipus d'intensitat d'exercicis per tal d'evitar l'habitució.

Introducció

La realització d'un exercici físic és acompanyada d'una sèrie de reaccions fisiològiques que donaran als músculs l'energia suficient per a la seva contracció. Aquestes reaccions estan acompanyades de diferents respostes hormonals (Rieu, 1993) amb unes finalitats molt concretes, com poden ser l'ajut a l'homeòstasi mit-

jançant la limitació de les pèrdues greus d'aigua i sals, també l'afavoriment del subministrament energètic mitjançant la mobilització de les reserves de glucogen del fetge i els lípids dels dipòsits de greixos, etc.

L'exercici físic produeix un estrès que al seu torn produeix variacions en els eixos hipotàlem-hipofisi-adrenal i hipotàlem-hipofisi-gonadal que fan que predomini el procés catabòlic (augment del cortisol) sobre l'anabòlic (disminució de la testosterona) i és adequat per a curt termini i ho deixa de ser a llarg termini (Salvador, 1995).

Per produir l'esmentat estrès per l'exercici físic, aquest ha de tenir una certa intensitat o, en contra, una llarga durada que produeixi la mobilització hormonal com a conseqüència de les modificacions internes (Virus, 1992).

Els nivells plasmàtics de T i C han estat utilitzats en la medicina esportiva per estudiar el metabolisme i el catabolisme i es considera com un índex de l'efectivitat del balanç entre les vies anabòlica i catabòlica i especialment del possible sobreentrenament (Banfi, G.; Martinelli, M.; Roi, G. and Agape, V. 1993). L'equilibri entre l'activitat anabòlica i la catabòlica es representa per la ratio (R) entre la Testosterona Lliure (FT) i el Cortisol, als quals els autors anomenen FTCR (Harkonen, N.; Kuoppasalmi, K.; Naveri, H.; Tikkanen, H.; Icen, A.; Adlercreutz, H. i Karvonen, J., 1984; Adlercreutz, H.; Harkonen, M.; Kuoppasalmi, K.; Naveri, H.; Huhtaniemi, Y.; Tikkanen, H.; Remes, K.; Dessypris, A. i Karvonen, J., 1986; Alén, M.; Pakarinen, A.; Häkkinen, K. i Komi, PV, 1988). El FTCR és un paràmetre útil per a la detecció inicial del desequilibri ana-

bòlic i catabòlic (Vervoorn, C.; Quist, A.; Vermulst, L.; Erich, W.; De Vries, W. i Thijssen, J., 1991).

El diagnòstic del cansament excessiu en un esportista a través de la FTCR es basa en els següents criteris (Harkonen et al., 1984; Adlercreutz et al., 1986):

- *Criteri Absolut*: quan el valor és menor que $0,35 \times 10^{-3}$ i la mesura de la FT és en nmol/l i del C en $\mu\text{mol/l}$.
- *Criteri Relatiu*: quan es produeix una disminució del nivell inicial de la FTCR d'un 30% o més.

Quan el subjecte després d'un entrenament assoleix el criteri relatiu, però no l'absolut, es diu que s'ha d'allargar el període de descans per tal que es recuperi, però no hi ha sobreentrenament (Rich, P., Villani, R., Fulton, A., Ashton, J., Bass, S., Brinkert, R. i Brown, P., 1992; Banfi et al., 1993). Pel contrari, quan s'assoleix el criteri absolut, es considera que el subjecte està sobreentrenat i cal aplicar-li les mesures que requereix l'esmentada situació (Harkonen et al., 1984; Adlercreutz et al., 1986; Vervoorn et al., 1991; Banfi et al., 1993).

Una de les alternatives a la mesura de la FTCR en sèrum (la més utilitzada en la majoria dels articles estudiats) és la valoració en saliva perquè és incruent i perquè és aplicada després de la seva validació per la correlació amb els nivells en sèrums per diferents autors (Vinning, R., McGinley, R., 1987; McCracken, J., Poland, R., 1989; Port, K., 1991; Corral, P., Mahon, A., Duncan, G., Howe, CH., i Craig, B., 1994). El nostre treball amb adolescents fa que l'esmentada tècnica sigui molt més acceptada perquè no és invasiva i, per tant, optem per la seva aplicació.

| GRUPS | DADES | PES | TALLA | EDAT |
|-------|--------------|--------------|---------------|--------------|
| G.E. | Mitjana | 58 (14.54) | 171.86 (7.38) | 14.71 (0.95) |
| n = 7 | Rang | 42-84 | 160-184 | 13-16 |
| G.C. | Mitjana (ds) | 58.89 (7.75) | 171.44 (7.55) | 14.67 (0.71) |
| n = 9 | Rang | 40-65 | 155-180 | 13-15 |

Taula 1. Descriptives dels grups experimental (GE) i control (GC).
n = nombre de subjectes. (ds) = desviació estàndard

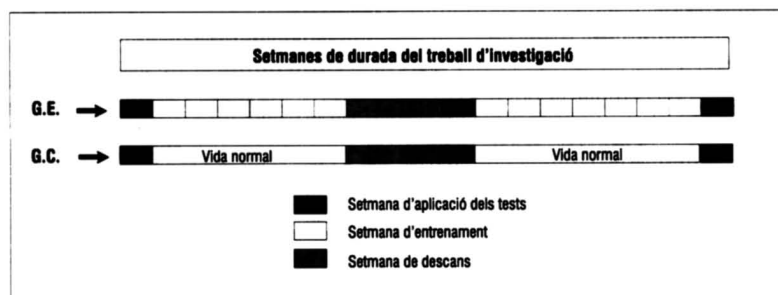


Figura 1. Disseny de l'estudi per als dos grups de treball
(G.E. = Grup Experimental i G.C. = Grup Control).

Amb l'aplicació d'un entrenament de força, ben portat, es produeix en l'organisme una activació de la hipofisi que al seu torn activa l'hormona adrenocorticotròpica i aquesta, el còrtex de les suprarrenals que segreuen unes hormones que estimularan els mecanismes d'adaptació (Häkkinen, K., Pakarinen, A., Alén, M., Kauhanen, H. i Komi, 1988; Häkkinen, K., Pakarinen, A., Kyöläinen, H., Cheng, S., Kim, D., Komi, 1990; Jensen, J., Oftedro, H., Breigan, B., Johnson, A., Öhlin, K., Meen, H., Stromme, S.B., 1991 i Platonov, 1991). Igualment es produeixen alteracions hormonals davant d'entrenaments prolongats (López, J., Navarro, M., Barbany, J., García, J. Bonnin, M., Valero, J., 1993) o davant d'esforços de llarga

durada (Marinelli, M., Roi, G., Giacometti, M., Bonini, P., Banfi, G., 1994).

Amb l'entrenament de força en els esports, es tracta de produir adaptacions cròniques del tipus estructural i funcional de l'organisme per poder respondre a les exigències de les diferents situacions esportives. En poblacions normals d'adolescents, el sistema de treball de força no necessita grans intensitats i amb càrregues no molt elevades (entre el 70-75% i el 80-85% de la càrrega màxima), es produeix una millora en la seva força, encara que se suposa que aquesta és deguda a la millora en les activacions de les unitats motrius implicades (Ramsay, J., Blimkie, C., Smith, K., Scott, G., McDougall, J., Sae, D., 1989).

Per això, un entrenament de força que utilitzi circuits amb càrregues entre el 75% i el 85% de la càrrega màxima durant un període de 18 setmanes amb variacions en la càrrega cada dues setmanes per anar-les adequant als seus nous nivells de força, juntament amb la modificació dels exercicis a la segona part de l'entrenament, faran que es produeixi una millora en els subjectes adolescents.

Material i mètode

Mostra

Se seleccionen 16 subjectes, de manera voluntària, estudiants d'un centre d'ensenyaments mitjans de València i es divideixen en dos grups homogenis: Grup Experimental (GE, n=7) i Grup Control (GC, n=9) (taula 1). Entre ambdós grups no es troben diferències significatives inicials en cap de les tres variables descriptives: pes, $T=0.4744$, $P=$ no significativa; Talla, $P=0.5396$, $P=$ no significativa i Edat, $T=0.2702$, $P=$ no significativa.

Procediments

Els dos grups es van crear en funció de disponibilitats de temps per part dels subjectes del grup experimental per poder realitzar els entrenaments de força.

Els programes d'entrenament es van dur a terme durant 19 setmanes per part del grup experimental a raó de dues sessions setmanals d'entrenament durant un primer període de 6 setmanes, seguit de 3 setmanes de descans i un altre període d'entrenament de 7 setmanes, on es canvia el circuit de treball, deixant una setmana al principi, una altra al final del



primer període i una altra al final del segon període per passar els tests.

Els tests de control de força i de presa de mostres de saliva per controlar els nivells de T i C i trobar el FTCT es van dur a terme abans de començar l'entrenament, quan va acabar el primer període d'entrenament i quan va acabar el segon període d'entrenament (figura 1).

| FORÇA PRE I POSTENTRENAMENT | t | p |
|-----------------------------|---------|-------|
| BÍCEPS | - 3.751 | 0.009 |
| TRÍCEPS | - 6.045 | 0.001 |
| ABDOMINALS | - 2.839 | 0.030 |
| QUADRICEPS DRET | - 2.291 | 0.062 |
| QUADRICEPS ESQUERRE | - 2.236 | 0.067 |

Taula 2. Proves t aparellades amb la força.

Programa d'entrenament

Es va aplicar un entrenament de força al grup experimental durant 6 setmanes inicialment i després, durant 7 setmanes amb dues sessions setmanals d'aproximadament una hora cada una. La diferència entre el treball d'ambdós períodes està en la variació del tipus d'exercicis. En ambdós es va aplicar un sistema de treball en circuit format per 8 exercicis que es va caracteritzar perquè treballaven amb diferents grups musculars amb intensitat de les càrregues d'entre el 70% i el 80% de la càrrega màxima i amb un volum de les càrregues a base d'aconseguir el màxim de repeticions en 45 segons de treball i un descans entre exercici d'uns altres 45 segons. Es van aplicar tres sèries del circuit amb un descans entre sèries de 5 minuts. Els grups musculars treballats en cada exercici van ser: abdominals, tríceps i lumbar, quàdriceps, tríceps i deltoides, isquiotibials, tríceps, abdominals i quàdriceps en el primer circuit i seguint l'ordre exposat aquí; mentre que en el segon circuit, es van aplicar exercicis dirigits a abdominals, tríceps, quàdriceps, tríceps i deltoides, isquiotibials, abdominals, tríceps i bíceps braquial.

El mètode aplicat del circuit va ser l'extensiu interval (Cholich, 1989), en què abans se'ls va passar una me-

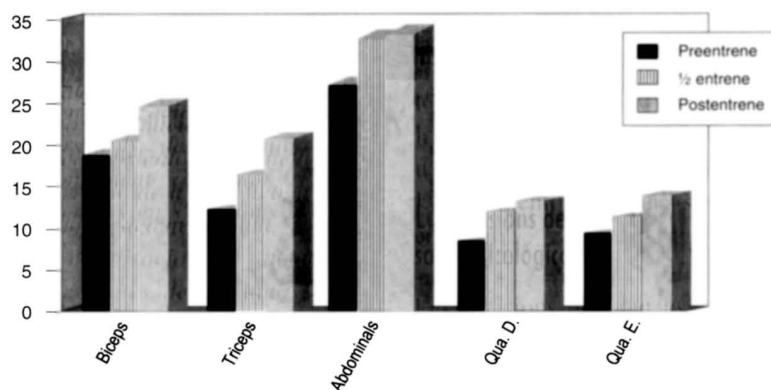


Figura 2. Evolució de la força amb l'entrenament.

sura inicial per graduar-los les càrregues al percentatge entre el 70% i el 80% previst del treball. Cada 4 sessions es tractava d'anar augmentant les càrregues en funció del seu progrés per seguir mantenint el mateix percentatge d'intensitat.

Mesura de la força

Hem d'indicar que els dies i hores dedicats a fer els tests eren els mateixos a la setmana per evitar factors aliens a la investigació que amaguessin les esmentades dades

La força es va mesurar en cinc grups musculars, i vam utilitzar els següents tests:

- Curl amb barra a realitzar una repetició màxima (Lacaba, 1993), per mesurar la força màxima dinàmica del bíceps braquial.
- Tríceps amb barra de peu (tríceps francès) (Lacaba, 1992), per mesurar la força màxima dinàmica del tríceps braquial.
- Nombre màxim de flexions de tronc en 30 segons partint amb el suport de peus aixecats entre el segon i tercer esglaó d'una espatllera, per mesurar la potència dels músculs abdominals.
- Nombre màxim de flexions de cama (primer amb la dreta i després amb l'esquerra) fins al cansament total, per mesurar la força-resistència dels músculs quàdriceps.

| | | F | Graus de llibertat | p |
|-------------|-------------|--------|--------------------|--------|
| BÍCEPS | Grup | 0.092 | 1/14 | 0.766 |
| | Moment | 0.114 | 1/14 | 0.741 |
| | Grup*Moment | 0.034 | 1/14 | 0.856 |
| TRÍCEPS | Grup | 0.988 | 1/14 | 0.337 |
| | Moment | 7.302 | 1/14 | 0.017* |
| | Grup*Moment | 0.956 | 1/14 | 0.345 |
| ABDOMINALS | Grup | 6.188 | 1/14 | 0.026* |
| | Moment | 10.074 | 1/14 | 0.007* |
| | Grup*Moment | 9.166 | 1/14 | 0.009* |
| QUADR. DRET | Grup | 0.194 | 1/14 | 0.666 |
| | Moment | 3.714 | 1/14 | 0.074 |
| | Grup*Moment | 1.503 | 1/14 | 0.240 |
| QUADR. ESQ. | Grup | 0.428 | 1/14 | 0.524 |
| | Moment | 1.597 | 1/14 | 0.227 |
| | Grup*Moment | 1.764 | 1/14 | 0.205 |

Taula 3. ANOVAS de mesures repetides dels nivells de força en el període 1.

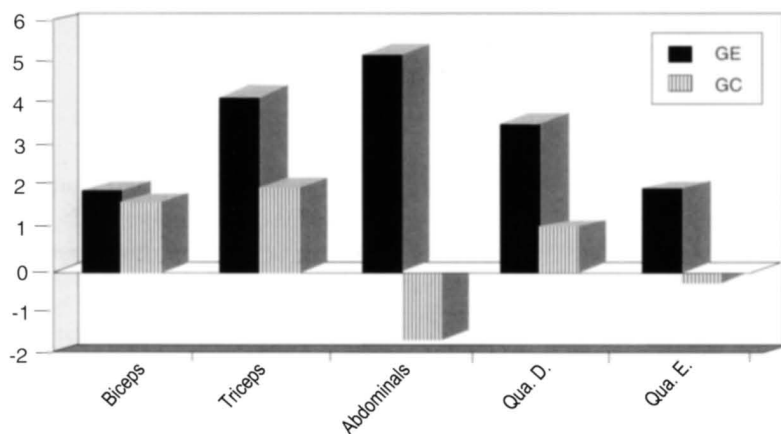


Figura 3. Evolució de la força en el període 1.

Mesura de les hormones

Les hormones van ser determinades a la saliva per RIA i van utilitzar els Kits

comercials següents: T-kit Biomerieux (coeficients de variació intra assaig: 5,7% i inter assaig 6,2%) i C: Kit Orion Diagnostics (coeficient de variació intra assaig: 2,2% i inter assaig: 8,2%).

Les anàlisis van ser preparades en el laboratori de l'Àrea de Psicobiologia de la Universitat de València i van ser analitzades en el Laboratori d'Hormones de l'Hospital de la Fe (València).

Anàlisis estadístiques

Es van aplicar transformacions logarítmiques a les mesures hormonals i de força, ja que no s'ajustaven a una distribució normal i, d'aquesta manera no violaven els supòsits de les proves paramètriques.

Atès el caràcter longitudinal de l'estudi, es van dur a terme ANOVAS de mesures repetides i les corresponents proves ajustades segons el mètode de Bonferroni.

Resultats

Efectes de l'entrenament sobre la força

Si comparem els valors inicials i finals de les mesures de força del GE, sense diferenciar els períodes, trobem millores significatives en força màxima de bíceps ($t = -3.751$, $p < 0.009$), en força màxima de tríceps ($t = -6.045$, $p < 0.001$) i en potència abdominal ($t = -2.839$, $p < 0.030$) i quasi significatives en la força resistència dels dos quàdriceps: dret ($t = -2.291$, $p < 0.062$) i esquerre ($t = -2.236$, $p < 0.067$), tal i com es pot veure a la taula 2 i a la figura 2.

Si analitzem l'evolució de la força del GE per períodes d'entrenament i la comparem amb subjectes del GC, podem veure com després del primer període d'entrenament es produeixen increments en força en tots els grups musculars, mesurats però a nivell d'ANOVAS, només es veu



significança estadística del grup ($F_{1,14}=6.188$; $p<0.026$) i de la interacció moment-grup ($F_{1,14}=9.166$; $p<0.009$) en la potència abdominal (figura 3, taula 3).

Si veiem l'efecte dels segon període d'entrenament, s'observa mitjançant l'estudi de les ANOVAS un efecte significatiu del moment ($F_{1,14}=14.172$; $p<0.002$) i de la interacció moment-grup ($F_{1,14}=9.096$; $p<0.009$) en la força dinàmica concèntrica en bíceps, com a conseqüència de la millora del grup experimental ($F_{1,6}=32.243$; $p<0.001$). Igualment es produeix una gran millora de la força dinàmica del tríceps del GE ($F_{1,14}=5.145$; $p<0.40$) (figura 4, taula 4).

| | | F | Graus de llibertat | p |
|-------------|-------------|--------|--------------------|--------|
| BÍCEPS | Grup | 0.088 | 1/14 | 0.771 |
| | Moment | 14.172 | 1/14 | 0.002* |
| | Grup*Moment | 9.069 | 1/14 | 0.009* |
| TRÍCEPS | Grup | 2.746 | 1/14 | 0.120 |
| | Moment | 5.145 | 1/14 | 0.040* |
| | Grup*Moment | 1.648 | 1/14 | 0.220 |
| ABDOMINALS | Grup | 7.270 | 1/14 | 0.017* |
| | Moment | 0.822 | 1/14 | 0.318 |
| | Grup*Moment | 2.444 | 1/14 | 0.140 |
| QUADR. DRET | Grup | 0.026 | 1/14 | 0.874 |
| | Moment | 0.101 | 1/14 | 0.756 |
| | Grup*Moment | 0.001 | 1/14 | 0.981 |
| QUADR. ESQ. | Grup | 0.803 | 1/14 | 0.385 |
| | Moment | 0.640 | 1/14 | 0.437 |
| | Grup*Moment | 0.045 | 1/14 | 0.835 |

Taula 4. ANOVAS de mesures repetides dels nivells de força en el període 2.

Efectes de l'entrenament sobre la ratio testosterona/cortisol (FTCR)

En la valoració de tot l'entrenament, no s'observen modificacions estadísticament significatives en la FTCR, tot i que hi ha una tendència cap a la disminució en el GE i un augment en el GC (figura 5, taula 5).

El programa d'entrenament aplicat va afectar els nivells de la FTCR durant el primer període com es desprèn de l'estudi de l'ANOVA de mesures repetides del moment ($F_{2,14}=12.144$; $p<0.001$) i de la interacció moment-grup ($F_{2,14}=8.505$; $p<0.004$). El GE va començar el període d'entrenament amb nivells de la FTCR significativament superiors que el GC ($t=2.667$; $p<0.024$). Aquest mateix grup evoluciona al llarg del període amb descensos significatius en la FTCR ($F_{2,14}=9.604$; $p<0.007$), mentre que el GC va mostrar ascensos no significatius. Durant el segon període de l'entrena-

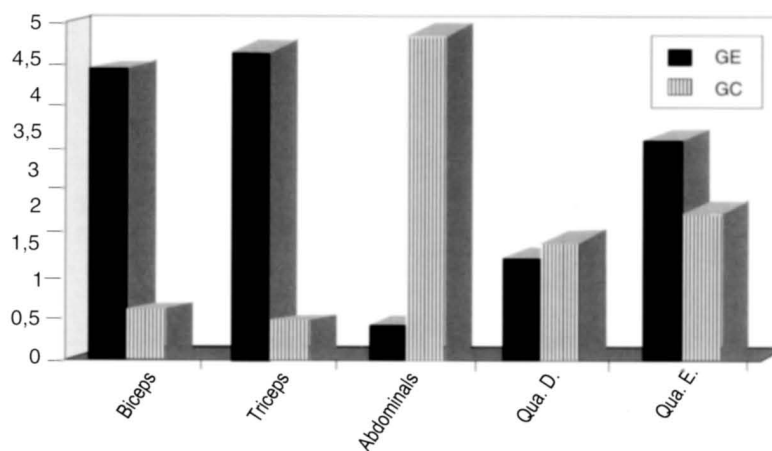


Figura 4. Evolució de la força en el període 2.

ment, no es van observar efectes significatius sobre els nivells de la FTCR, tot i que s'observen disminucions en el GE i increments en el GC (taula 5).

Si es constata que durant el primer període es produeix una disminució

de la ratio superior al 30% en el grup experimental, com a conseqüència de l'efecte de l'esmentat treball, encara que no s'ha arribat al sobreentrenament, perquè no s'han assolit els nivells menors de $0,35 \times 10^{-3}$ que plantegen alguns autors com a criteri absolut. Durant el segon període,

| | MITJANA (da) | RANG |
|----------|---------------|--------------|
| FTCR1 GE | 29.24 (10.17) | 11.57 -41.62 |
| FTCR1 GC | 14.45 (5.13) | 7.5 -23.68 |
| FTCR2 GE | 15.99 (9.45) | 1.63 -33.85 |
| FTCR2 GC | 25.29 (14.76) | 12.62 -53.58 |
| FTCR3 GE | 23.64 (10.97) | 6.06 -36.36 |
| FTCR3 GC | 20.27 (8.09) | 10.44 -35.14 |
| FTCR4 GE | 21.35 (9.69) | 5.88 -32.72 |
| FTCR4 GC | 22.94 (12.18) | 9.77 -43.75 |

Taula 5. Mitjanes, desviacions estàndard i rang dels nivells de FTCR en las preses pre i postperíode 1r (1 i 2) i pre i postperíode 2n (3 i 4) d'ambdós grups: GE i GC.

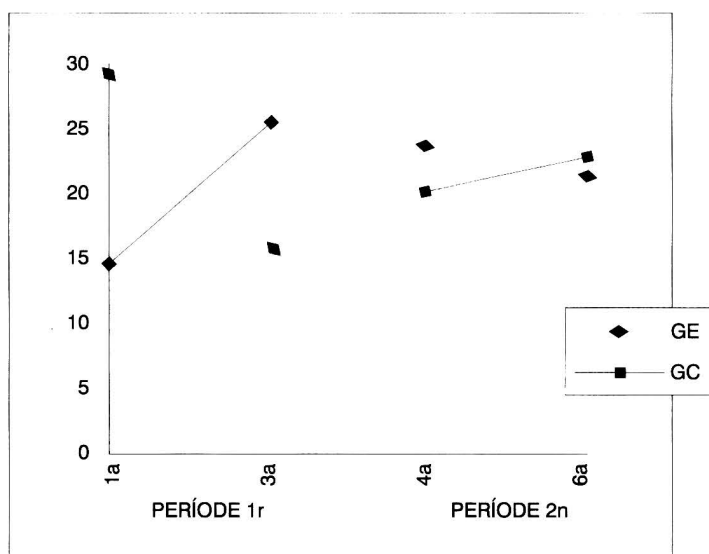


Figura 5. Evolució de la FTCR en el 1r i 2n període de l'entrenament en GE i GC.

| GRUP (Núm.) | FTCR: 3-1 | FTCR: 6-4 |
|-------------|-----------|-----------|
| GE (7) | - 62.256% | - 13.03% |
| GC (9) | 34.562% | 1.68% |

Taula 6. Canvis produïts en la FTCR durant la primera i segona fase de l'entrenament en percentatges.

el descens és menor (-13,03%) i no arriba al criteri relatiu (taula 6).

Conclusions

La discussió dels resultats la farem d'acord amb els dos paràmetres mesurats: la modificació en els valors de força i les variacions en la FTCR mitjançant un estudi comparatiu entre el GE i el GC i entre els nivells preentrenament i postentrenament d'ambdues variables en el GE.

Com el programa de força aplicat és moderat, com a conseqüència dels nivells de la població estudiada (adolescents entre els 13 i 16 anys) i l'escassa experiència en els entrenaments, es constata que millora la força del GE en relació al GC, quan els exercicis aplicats ocupen un percentatge gran del temps d'entrenament, com es pot observar en la millora de la potència abdominal (dos exercicis dirigits a l'esmentada qualitat), de la força màxima dinàmica del tríceps (tres exercicis) i la força resistència del quàdriceps dret (dos exercicis simètrics). Hi ha una millora del quàdriceps esquerre, tot i que no gaire significatiu. L'esmentada diferència entre ambdós grups musculars pot ser deguda al nivell inicial de força que és menor en el quàdriceps dret, mentre que quan finalitza l'entrenament del primer període, arriba a superar el nivell esquerre. En la força dinàmica màxima del bíceps braquial, no s'experimenta cap millora a causa de la no utilització d'exercicis específics per a aquest grup muscular en el primer període. Durant el segon període, un cop canviat el circuit de treball aplicat, només s'observa millora signi-



ficativa en la força del bíceps i en la del tríceps. En el primer, degut a la inclusió d'un exercici específic i en el segon, a la selecció d'exercicis més intensos de tríceps. Igualment es produeix millora de la força de tots els grups musculars, però sense arribar a la significança estadística com a conseqüència, possiblement, de l'estabilització de la seva millora amb els exercicis aplicats i de la possible necessitat d'augmentar el volum de treball per poder produir els estímuls necessaris per al desenvolupament de la força.

En tot allò referit a la resposta de la FTCT a l'entrenament, es constata que es produeixen grans decrements en el GE, mentre que en el GC, s'observen augments no significatius durant el primer període d'entrenament. Durant les tres setmanes de descans, es produeix una recuperació dels esmentats nivells i, després del segon període d'entrenament, tornen a produir-se els decrements, però en menys mesura, possiblement com a conseqüència d'una adaptació de l'organisme als esforços plantejats amb els circuits, que suggereix la introducció d'un major volum de treball, com podria ser la dedicació d'un dia més setmanal de treball de força.

Reforcem la idea que la FTCT és important per poder regular l'entrenament de força, aplicant d'una manera més rigorosa els períodes de treball i de recuperació i a l'hora, ens informa de la resposta de l'organisme als esforços.

Bibliografia

- ADLERCREUTZ, H., HARKONEN, M., KUOPPASALMI, K., NAVERI, H., HUHTANIEMI, I., TIKKANEN, H., REMES, K., DESSYPRIS, A. i KARVONEN, J. (1986). "Effect of training on plasma anabolic and catabolic steroid hormones and their response during physical exercise". *International Journal of Sports Medicine*. 7: 27-29.
- ALÉN, M., PAKARINEN, A., HÄKKINEN, K. i KOMI, P. V. (1988). "Responses of Serum Androgenic-Anabolic and Catabolic Hormones to Prolonged Strength Training". *Int. J. Sports Med.*, vol 9 núm. 3: 229-233.
- BANFI, G., MARINELLI, M., ROI, G. S. i AGAPE, V. (1993). "Usefulness of Free Testosterone/Cortisol Ratio during a Season of Elite Speed Skating Athletes". *Int. J. Sports Med.* 14: 373-379.
- CORRAL, P., MAHON, A., DUNCAN, G., HOWE, C. H. i CRAIG, B. (1994). "The effect of exercise on serum and salivary cortisol in male children". *Med. Sci. Sports Exerc.* Vol 26 núm. 11: 1297-1301.
- GUGLIELMINI, C., MANFREDINI, F., GRAZI, G., CASONI, I., MANFREDINI, R., MAZZONI, G. i CONCONI, F. (1992). "Anabolic-catabolic imbalance due to hard training in biathletes". *Hungarian review of sports medicine*. 33(2):77-82.
- HÄKKINEN, K., PAKARINEN, A., ALÉN, M., KAUKANEN, H. i KOMI, P. (1988). "Daily Hormonal and Neuromuscular Responses to Intensive Strength Training in 1 Week". *Int. J. Sports Med.*, 9: 422-428.
- HÄKKINEN, K., PAKARINEN, A., KYRÖLÄINEN, H., CHENG, S., KIM, D. i KOMI, P. (1990). "Neuromuscular Adaptations and Serum Hormones in Females During Prolonged Power Training". *Int. J. Sports Med.*, 9: 91-98.
- HÄKKINEN, K., PAKARINEN, A. i KALLINEN, M. (1992). "Neuromuscular adaptations and serum hormones in women during short-term intensive strength training". *Eur. J. Appl. Physiol. Occup. Physiol.*, 64: 106-111.
- HARKONEN, N., KUOPPASALMI, K., NAVERI, H., TIKKANEN, H., ICEN, A., ADLERCREUTZ, H. i KARVONEN, J. (1984). "Biochemical indicators in diagnosis of overstrain condition in athletes". *Sport Med. Exerc. Sci.*, Proceedings of Olympic Scientific Congress, Eugene, Oregon, USA.
- JENSEN, J., OFTEBRO, H., BREIGAN, B., JOHNSON, A., ÖHLIN, K., MEEN, H. i STROMME, S. B. (1991). "Comparison of changes in testosterone concentrations after strength and endurance exercise in well trained men". *Eur. J. Appl. Physiol.*, 63: 467-471.
- LACABA, R. (1993). *Técnica, sistemática y metodología de la musculación*. Editorial Gymnos. Madrid.
- LÓPEZ, J., NAVARRO, M., BARBANY, J., GARCÍA, J., BONNIN, M. i VALERO, J. (1993). "Salivary Steroid Changes and Physical Performance in Highly Trained Cyclists". *Int. J. Sports Med.* 14: 111-117.
- LUTOSLAWSKA, G., OBMINSKI, Z., KROUGULSKI, A. i SENDECKI, W. (1991). "Plasma cortisol and testosterone following 19-km and 42-km kayak races". *Journal of sports medicine and physical fitness*. pp. 538-542.
- MANNO, R. (1991). *Fundamentos del entrenamiento deportivo*. Editorial Paidotribo, Barcelona.
- MARINELLI, M., ROI, G., GIACOMETTI, M., BONINI, P. i BANFI, G. (1994). "Cortisol, Testosterone, and Free Testosterone in Athletes Performing a Marathon at 4.000 m Altitude". *Horm Res*, 41: 225-229.
- MATVEIEV, L. (1983). *Fundamentos del entrenamiento deportivo*. Editorial Raduga, Moscú.
- MCCRACKEN, J. T. i POLAND, R. E. (1989). "Saliva and serum cortisol dynamics following intravenous dexamethasone in normal volunteers". *Life Sci.* 45: 1781-1785.
- O'CONNOR, P. J., MORGAN, W. P., RAGLIN, J. S., BARKSDALE, I. i KALIN, D. (1989). "Mood state and salivary cortisol levels following overtraining in female swimmers". *Psychoneuroendocrinology*. 14(4): 303-310.
- PABLOS, C., SALVADOR, A., GONZALEZ, E. i RODRIGUEZ-ARIAS, M. (1994). "Effects of a strength training program on testosterone, cortisol and testosterone/cortisol ratio changes in male adolescents". *European Journal of Physiology*. Supplement, 1. V-427:R7.
- PABLOS, C. (1995). *Efecto de un programa de entrenamiento de fuerza sobre los niveles de testosterona y cortisol y el estado de ánimo en adolescentes*. Servei de Publicacions de la Universitat de València. València.
- PLATONOV, V. (1988). *El entrenamiento deportivo*. Editorial Paidotribo. Barcelona.
- PLATONOV, V. (1991). *La adaptación en el deporte*. Deporte & Entrenamiento. Editorial Paidotribo. Barcelona.
- PORT, K. (1991). "Serum and saliva cortisol responses and blood lactate accumulation during incremental exercise testing". *Int. J. Sports Med.* 12: 490-494.
- RAMSAY, J., BLIMKIE, C., SMITH, K., SCOTT, G., MACDOUGALL, J., SALE, D. (1990). "Strength training effects in prepubescent boys". *Med. Sci. in Sports and exercise*. 22:605-614.
- RICH, P. A., VILLANI, R., FULTON, A., ASHTON, J., BASS, S., BRINKERT, R. i BROWN, P. (1992). "Serum cortisol concentration and testosterone to cortisol ratio in elite prepubescent male gymnasts during training". *Eur J Appl. Physiol.* 65:399-402.
- SALVADOR, A. (1995). "Respuesta psicoendocrina al estrés competitivo". *V Congreso Nacional de Psicología de la Actividad Física y el Deporte*. València. 91- 97.
- SCHOLICH, M. (1989). *Entrenamiento en circuito*. Editorial Stadium. Buenos Aires.

- STEINACKER, J., LASKE, R., HETZEL, W., LORMES, W., LIU, Y. i STAUCH, M. (1993). "Metabolic and Hormonal Reactions During Training in Junior Oarsmen". *Int. J. Sports Med.*, 14 (1): S24- S28.
- TSAI, L., KARPAKKA, J., AGINGER, C., JOHANSSON, C., POUSETTE, A. i CARLSTRÖM, K. (1993). "Basal concentrations of anabolic and catabolic hormones in relation to endurance exercise after short-term changes in diet". *Euro. J. Appl. Physiol. Occupat. Physiology*. 66(4): 304-308.
- VERJOSHANSKI, J. (1990). *Entrenamiento deportivo. Planificación y Programación*. Editorial Martínez Roca. Barcelona.
- VERVOORN, C., QUIST, A.M., VERMULST, L.J.M., ERICH, W.B.M., DE VRIES, W.R. i THUSSEN, J.H.H. (1991). "The Behaviour of the Plasma Free Testosterone/Cortisol Ratio during a Season of Elite Rowing Training". *Int. J. Sport Med.* 12: 257-263.
- VERVOORN, C., VERMULST, L.J.M., BOELENS-QUIST, A.M., KOPPESCHAAR, H.P.F., ERICH, W.B.M., THUSSEN, J.H.H. i DE VRIES, W.R. (1992). "Seasonal changes in performance and free testosterone:cortisol ratio of elite female rowers". *Eur J Appl Physiol.* 64:14-21.
- VINING, R.F. i MCGINLEY, R.A.. (1987). "The measurement of hormones in saliva: possibilities and pitfalls". *J. Steroid Biochem.* 27:81-94.
- VIRU, A. (1992). "Hormonal and metabolic foundations of training effects: sex differences". *Med Sport.* 45: 29-38.